

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-225756

(43)Date of publication of application : 08.09.1989

(51)Int.Cl.

C22F 1/05
// C22C 21/02
C22C 21/08

(21)Application number : 63-051770

(71)Applicant : NIPPON LIGHT METAL CO LTD

(22)Date of filing : 07.03.1988

(72)Inventor : OKANIWA SHIGERU
NUMATA NOBORU

(54) MANUFACTURE OF HIGH-STRENGTH AL-MG-SI ALLOY MEMBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture a high-strength Al-Mg-Si alloy member with high productivity by subjecting an Al-Mg-Si alloy billet with a specific composition to homogenizing treatment, press quenching, and artificial aging treatment in succession under respectively specified conditions.

CONSTITUTION: A billet of an alloy which consists of, by weight, 0.6W1.2% Mg, 0.6W1.5% Si, 0.15W0.35% Cu, 0.04W0.15% Cr, 0.4W1.0% Mn, and the balance Al with impurities and in which intermetallic compound Mg₂Si, excess Si, and the total content of Cr and Mn are regulated to 0.95W1.8%, 0.12W0.5%, and 0.45W1.1%, respectively, is formed. Subsequently, this alloy billet is held at 480W580° C for 1W48hr to undergo homogenizing treatment, quenched from a temp. in the above temp. range at the time of extruding to undergo press quenching, and then subjected to artificial aging treatment consisting of holding at about 140W200° C for about 2W10hr or to artificial treatment after cold working. By this method, the Al-Mg-Si alloy member having high productivity and high strength can be obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平1-225756

⑤ Int.Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 平成1年(1989)9月8日
 C 22 F 1/05 6793-4K
 // C 22 C 21/02 Z-6735-4K
 21/08 Z-6735-4K 審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 高強度 Al-Mg-Si 系合金部材の製造法

⑮ 特 願 昭63-51770

⑯ 出 願 昭63(1988)3月7日

⑰ 発 明 者 岡 庭 茂 静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号 株式会社日軽技
研内

⑱ 発 明 者 沼 田 昇 静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号 株式会社日軽技
研内

⑲ 出 願 人 日本軽金属株式会社 東京都港区三田3丁目13番12号

明 細 書

1. 発明の名称

高強度 Al-Mg-Si 系合金部材の製造法

2. 特許請求の範囲

(1) 重量換算で、Mg 0.6～1.2%、Si 0.6～1.5%、Cu 0.15～0.35%、Cr 0.04～0.15%、Mn 0.4～1.0%、を含み、残部 Al および不純物からなり、かつ、金属間化合物 Mg₂Si を 0.95～1.8%、過剰 Si を 0.12～0.5%、Cr と Mn の合計量を 0.45～1.1% とした合金ビレットを 480～580℃ の温度に 1 時間以上保持して均質化処理を行い、押出成形時 480～550℃ の温度で押出材をプレス焼入れし、人工時効処理または冷間加工後人工時効処理を行うことを特徴とする高強度 Al-Mg-Si 系合金部材の製造法。

(2) 重量換算で、Mg 0.6～1.2%、Si 0.6～1.5%、Cu 0.15～0.35%、Cr 0.04～0.15%、Mn 0.4～1.0%、および Ti 0.1% 以下、または Ti 0.1% 以下と B 0.02% 以下を含み、残部 Al および不純物からなり、かつ、金

属間化合物 Mg₂Si を 0.95～1.8%、過剰 Si を 0.12～0.5%、Cr と Mn の合計量を 0.45～1.1% とした合金ビレットを 480～580℃ の温度に 1 時間以上保持して均質化処理を行い、押出成形時 480～550℃ の温度で押出材をプレス焼入れし、人工時効処理または冷間加工後人工時効処理を行うことを特徴とする高強度 Al-Mg-Si 系合金部材の製造法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、構造材、輸送または産業用機器、口用品等に使用され、高い強度の求められる高強度 Al-Mg-Si 系合金部材の製造法に関する。

(従来の技術)

Al-Mg-Si 系合金は、押出性および耐食性が良好で、しかも熱処理によって中程度の強度が得られるので、建材およびその他の押出用合金として広く使用されている。

ところで、例えば、産業用機器のアーム、または輸送用機器のフレーム等の部材として、押出用

の合金を使用する場合、押出性が良好でしかも高荷重に耐える強度が安全性、軽量化の面で要求される。このような諸性質を備えた Al-Mg-Si 系合金としては AA6061 合金が知られている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら AA6061 合金は押出性に僅か劣り、熱処理後の強度も十分なものとは言えない。

発明者らは、上述のようなことから、押出性が良好でしかも高強度の部材を得るために研究した結果、Al-Mg-Si 系合金に Cu, Cr, Mn を含有せしめた特定範囲の組成の合金は、押出性良く、しかもプレス焼入後熱処理することによって高い強度を有することを見出し本発明を完成したものである。

(問題点を解決するための手段)

即ち本発明は、重量換算で Mg 0.6 ~ 1.2 %、Si 0.6 ~ 1.5 %、Cu 0.15 ~ 0.35 %、Cr 0.04 ~ 0.15 %、Mn 0.4 ~ 1.0 %、を含み、残部 Al および不純物からなり、かつ、金属間化合物 Mg_2Si を 0.95 ~ 1.8 %、過剰 Si を 0.12 ~

量が下限値以下ではその効果が少なく、また上限値以上では押出速度をあげると押出材表面の肌があれて押出性を低下する。より好ましい範囲としては Mg 0.8 ~ 1.0 %、Si 0.65 ~ 1.2 % とするのが望ましい。

特に、安定した高強度部材を得るには、金属間化合物 Mg_2Si の量を 0.95 % 以上とする必要がある。また Si は Mg_2Si の他に Al-Fe(Mn)-Si 系の金属間化合物を形成するが、このような化合物を形成する Si の他に過剰の Si が 0.12 % 以上存在すると人工時効処理後の強度を著しく高める。しかし、 Mg_2Si 量および過剰の Si 量が多くなると、押出速度をあげた時に押出材表面の肌があれて押出性を低下するので、上限値は夫々 1.8 %、0.5 % とする必要がある。

Cu 0.15 ~ 0.35 %

Cu は部材に強度を付与する元素であるが、その含有量が下限値以下ではその効果が少なく、また上限値以上では押出圧力が高くなって押出性を低下し、耐食性も阻害する。

0.5 %、Cr と Mn の合計量を 0.45 ~ 1.1 % とした合金ビレット、または上記必須合金の他のさらに Ti 0.1 % 以下、または Ti 0.1 % 以下と B 0.02 % 以下を含み、残部 Al および不純物からなり、かつ、金属間化合物 Mg_2Si の量、過剰 Si の量および Cr と Mn の合計量を上記の通りにした合金ビレットを、480 ~ 580 °C の温度に 1 時間以上保持して均質化処理を行い、押出成形時 480 ~ 550 °C の温度で押出材をプレス焼入し、爾後人工時効処理または冷間加工後人工時効処理を行うことを特徴とする高強度 Al-Mg-Si 系合金部材の製造法である。

(作用)

先ず、本発明における合金組成とその限定理由について説明する。

Mg 0.6 ~ 1.2 %

Si 0.6 ~ 1.5 %

Mg および Si は共存により、熱処理を行うことによって金属間化合物 Mg_2Si を生成し、析出硬化して部材に強度を付与する元素であるが、その含有

Cr 0.04 ~ 0.15 %

Mn 0.4 ~ 1.0 %、

Cr および Mn は押出成形時に再結晶化を抑制し、繊維状の非再結晶組織を強く発達させ、部材に強度を付与する元素であるが、その含有量が下限値以下ではその効果が少なく、また上限値以上では Cr の場合は押出速度をあげると押出材表面の肌があれて押出性を低下し、Mn の場合は Al-Mn または Al-Mn-Fe 系の粗大な金属間化合物を晶出して部材の靱性を低下する。より好ましい範囲としては Cr 0.06 ~ 0.15 %、Mn 0.4 ~ 0.8 % とするのが望ましい。上述のように Mn は Cr と同様の効果を有するが、Cr に替えて Mn のみの効果とすると Mn を多く含有させなくてはならず、靱性を低下するので、Mn と Cr とを共存させる必要があるが、Cr と Mn の合計量を 0.45 ~ 1.1 % とすることにより押出性が良好で、強度に優れた合金とすることができる。

合金中への微量の Ti または Ti と B の添加は、合金の鍛造組織を微細化し、鍛造割れの防止に効果をも有するので望ましいことであるが、添加量が多

量になると合金組織中に Al-Ti系またはTi-B系の^{不純物}晶出物を生成し、この晶出物が材料の疲労亀裂起点および亀裂伝播経路になって疲労強度の低下を招くのでこれらの元素を添加する場合にはTiは0.1%以下、Bは0.02%以下に留めるようにしなければならない。

また、合金を溶製する時に原料から混入するFeは少量であれば鑄造組織を微細化して強度を付与する効果があるが、押出材表面を荒し押出性を阻害するので0.35%以下に留めることが望ましい。また0.25%までのZnは本発明の効果を損なうものでないから差支えない。

以上のような組成範囲の合金は押出性が良好で、プレス焼入れ後人工時効処理を行うことにより強度的にも優れた部材を得ることができる。次に本発明の製造法について説明する。

まず、上述した組成範囲の合金ビレットを常法に従って連続あるいは半連続鑄造法により造塊する。

次いでこのビレットに対して、480～580

Mg、Siとして析出するのを防止し、かつ押出材に繊維状の非再結晶組織を強く発達させ、爾後の人工時効処理と合いまって押出材に強度を付与するためであるが、その温度が下限値以下であるとその効果が少なく、また上限値以上となると押出材の組成が再結晶組織となって高い強度が得られない。押出材の温度をこのような温度範囲とするには、押出成形時ビレットの予熱温度を400～550℃とすると容易に達成できる。この場合のビレットの予熱は均質化処理の加熱を代用してもよい。特に押出速度を中空材または棒状材のもので30m/分以下、型材で10～60m/分として押出成形すると繊維状の非再結晶組織を一層強く発達させることができ、高い強度部材が得られる。上述のプレス焼入れは、押出時点で押出材を水焼入れ、またはスプレー焼入れ等の手段で冷却して行う。このような手段を用いた場合冷却速度を300℃/分以上とすることができ、爾後の人工時効処理で高い強度を付与することができる。

プレス焼入れ後人工時効処理を行って、押出材

の温度に1～48時間保持して均質化処理を施す。これは添加元素の偏析をなくし、押出性を良好なものとして、生産性を向上させるためであるが、その処理温度および保持時間が下限値以下ではその効果が少なく、また処理温度が上限値を超えると共晶溶融のおそれがある。保持時間が上限値を超えても均質化処理の効果はそれほど増大せず、経済的な理由から保持時間は48時間以下とする。より好ましくは500～580℃の温度で2時間以上保持することが望ましい。

均質化処理後ビレットを強制冷却する。この冷却速度は望ましくは150℃/時間以上とすると次工程の押出成形過程でMg、Si等の添加元素が固溶し、爾後の人工時効処理と合まって優れた強度を付与することができる。

均質化処理ビレットを予熱し押出成形する。成形時の押出材の温度は480～550℃に管理し、この温度範囲から押出時点で急冷してプレス焼入れする。押出材の温度を480～550℃に管理して成形するのは、MgおよびSiが金属間化合物

に強度を付与するが、この人工時効処理は140～200℃の温度に2～10時間保持して行う。温度および保持時間が下限値以下ではその効果が少なく、また上限値を超えると過時効となって高い強度を付与できない。人工時効処理に先だってプレス焼入れ後押出材に引抜加工または鍛造加工等の冷間加工を施すと押出材に著しく高い強度を付与することができる。この場合、本発明における合金はAA6061合金にくらべ引抜加工性は良好である。

実施例1

第1表に示す組成の合金（不純物としてFe含有量0.2%）を夫々水冷鋸型を用いる半連続鑄造法により鑄造し、直径203mmのビレットとした。このビレットを560℃の温度で4時間保持して均質化処理した後直ちにファン冷却により冷却速度200℃/時間で冷却した。次にこのビレットを480℃の温度に予熱し、押出速度15m/分で外径42mm、肉厚2mmの中空材を押出成形した。押出材の温度が下降し、520℃になる位置で押

出材を連続的に水浸させてプレス焼入れした。押出性の優劣を押出材表面の肌あれの有無および最大押出圧力で評価した。評価結果を第2表に示す。次にプレス焼入れした押出材を合金種ごとに30%の冷間引抜加工(外径42mmを40mm、肉厚2mmを1.4mmの30%加工)を行ったものと、行わないものに分け、引抜加工を行った押出材は160℃の温度で4時間保持して人工時効処理(丁8処理)を行い、また引抜加工を行わない押出材は180℃の温度で4時間保持して人工時効処理(丁6処理)を行い、機械的性質を測定した。結果を第3表に示す。また比較例として上述の中空材を押出成形した後、この押出材を540℃の温度に4時間保持して溶体化処理し、水焼入れ後180℃の温度で6時間保持して人工時効処理した。機械的性質を第3表に示す。

以下余白

第2表

| 合金番号 | 最大押出圧力 (kg/cm ²) | 押出性の 肌あれの状態 | 評価 | 備考 |
|---------------|---------------------------------|---------------------|----|------|
| 1 | 190 | 肌あれ発生せず、 | ○ | 本発明例 |
| 2 | 185 | 肌あれ発生せず、肌に光沢あり、 | ○ | " |
| 3 | 180 | 肌あれ発生せず、 | ○ | " |
| 4 (A46051) | 195 | 肌あれが少し生じ、表面に条痕が多数発生 | △ | 公知例 |

第1表

| 合金番号 | 化学組成 (wt%) | | | | | | | | 備考 |
|---------------|------------|-----|------|------|-----|------|-------|-----------|------|
| | Hg | Si | Cu | Cr | Mn | Ti | B | A4およびimp. | 過剰Si |
| 1 | 1.0 | 0.7 | 0.23 | 0.10 | 0.5 | - | - | 残 | 0.16 |
| 2 | 0.9 | 0.9 | 0.33 | 0.08 | 0.5 | 0.01 | - | 残 | 0.42 |
| 3 | 0.8 | 0.8 | 0.30 | 0.12 | 0.8 | 0.01 | 0.002 | 残 | 0.34 |
| 4 (A46051) | 1.0 | 0.7 | 0.23 | 0.10 | - | - | - | 残 | 0.16 |

imp. 不純物

第3表

| 合金番号 | プレス焼入材 | | | | 溶体化処理材 | | | |
|---------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | $\sigma_{0.2}$ (kg/mm ²) | $\sigma_{0.01}$ (kg/mm ²) | δ (%) | δ (%) | $\sigma_{0.2}$ (kg/mm ²) | $\sigma_{0.01}$ (kg/mm ²) | δ (%) | δ (%) |
| 1 | 36.5 | 34.2 | 17.5 | 39.4 | 32.0 | 30.2 | 18.2 | 18.2 |
| 2 | 37.5 | 34.2 | 20.2 | 43.2 | 33.4 | 31.3 | 19.8 | 19.8 |
| 3 | 35.6 | 33.8 | 21.8 | 40.6 | 32.6 | 29.8 | 20.5 | 20.5 |
| 4 (A46051) | 35.0 | 31.5 | 20.5 | 37.8 | 30.0 | 27.6 | 18.6 | 18.6 |

公知例

第2表および第3表の結果から、本発明における合金（合金番号1～3）は、AA6061合金（合金番号4）に比べ最大押出圧力が低く、しかも押出材の表面に肌あれが生じにくいので押出性に優れていることが判る。また本発明によって得た部材の強度は、同じ方法で製造したAA6061合金部材の強度より高く、特に人工時効処理前に引抜加工を行った（T8処理）部材は著しく高い強度を示すことが判る。また同一組成のものであっても本発明によって得た部材の強度は溶体化処理した部材の強度より高く、高強度な部材の得れることが判る。

（発明の効果）

以上説明したように、本発明による高強度 Al-Mg-Si系合金部材の製造法は、従来の Al-Mg-Si系合金よりも押出性が良いので生産性が高くかつ高強度な部材が得れるので、構造材、輸送または産業用機器、日用品等の部材を安全性高く、しかもそのような部材の軽量化、量産化に対応できる効果を有するものである。